



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 55 217 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/02

②1 Aktenzeichen: 101 55 217.3
②2 Anmeldetag: 9. 11. 2001
④3 Offenlegungstag: 28. 5. 2003

DE 101 55 217 A 1

⑦1 Anmelder:

Ballard Power Systems AG, 70567 Stuttgart, DE;
Ballard Power Systems Inc., Burnaby, British
Columbia, CA

⑦4 Vertreter:

Dahmen, T., Ing.(grad.), Pat.-Ass., 89250 Senden

⑦2 Erfinder:

Knoop, Andreas, Dipl.-Ing., 73728 Esslingen, DE;
Peinecke, Volker, Dr., 73730 Esslingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Betreiben des Brennstoffzellensystems

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelleneinheit, mit einer anodenseitigen Medienzuführung zur Zufuhr eines Brennstoffs zur Brennstoffzelleneinheit und einer anodenseitigen Abfuhrleitung zur Abfuhr von Anodenabgas aus der Brennstoffzelleneinheit, einer kathodenseitigen Medienzuführung zur Zufuhr eines Oxidationsmittels zur Brennstoffzelleneinheit und einer kathodenseitigen Abfuhrleitung zur Abfuhr von Kathodenabgas aus der Brennstoffzelleneinheit, wobei jeweils ein Gebläse in einer Rückfuhrleitung auf der Kathodenseite und der Anodenseite sowie Antriebsmittel für die Gebläse vorgesehen sind. Die Antriebsmittel umfassen einen Antriebsmotor, und die beiden Gebläse sind auf einer gemeinsamen Welle mit dem Antriebsmotor angeordnet.

DE 101 55 217 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem und ein Verfahren zum Betreiben des Brennstoffzellensystems gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

[0002] In Brennstoffzellensystemen werden üblicherweise Brennstoffzellenstapel eingesetzt, die aus einer Mehrzahl von Einzelzellen bestehen. Die Brennstoffzellenstapel werden parallel mit Wasserstoff an der Anode und einem Oxidationsmittel wie Luft oder Sauerstoff an der Kathode versorgt. Dabei ist es wünschenswert, möglichst gleichmäßig jeder einzelnen Zelle dieselbe Medienmenge zuzuführen. Ein derartiges Brennstoffzellensystem ist z. B. aus der DE 199 29 472 A1 bekannt. Die Gleichverteilung von Medien in einer Vielzahl von eng benachbarten Zuführungskanälen kann jedoch problematisch sein und unter anderem von Druckverhältnissen und Lastbereichen im System abhängig sein.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Brennstoffzellensystem darzustellen, bei dem die Gleichverteilung der Medien verbessert ist, sowie ein Verfahren zum Betreiben des Brennstoffzellensystems anzugeben.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einem Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und bei einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst.

[0005] Die Erfindung hat den Vorteil, das durch den Anodenraum und den Kathodenraum ein höherer Gesamtfluß erzielt wird. Dies führt zu einem höheren Druckverlust über der Brennstoffzelleneinheit, was die Gleichverteilung von Medien in der Brennstoffzelleneinheit verbessert. Die Betriebszustände der Brennstoffzelleneinheit werden stabiler und die Verteilung der Einzelzellspannungen von einem Brennstoffzellenstapel werden homogener, ebenso wird die Stromdichte- und Lastverteilung in den Einzelzellen homogener. Dadurch kann gleichzeitig die elektrische Spannung der Brennstoffzelleneinheit insgesamt erhöht werden. Zusätzlich können die Wassergehalte bzw. Gasfeuchten anodenseitig und/oder kathodenseitig eingestellt werden.

[0006] Der Wirkungsgrad der Zellen und des Brennstoffzellensystems wird erhöht. Eine Feuchteregelung des Systems wird ermöglicht.

[0007] Wird jeweils ein Wasserabscheider vorgesehen, ist ein verbesserter Wasseraustrag im System möglich.

[0008] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0009] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den weiteren Ansprüchen und der Beschreibung hervor.

[0010] Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung näher beschrieben, wobei die Figuren zeigen:

[0011] Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer bevorzugten Ausgestaltung eines Brennstoffzellensystems nach der Erfindung und

[0012] Fig. 2 eine Strom-Spannungskennlinie einer Brennstoffzelle.

[0013] In Fig. 1 ist ein Ausschnitt einer bevorzugten Ausgestaltung eines Brennstoffzellensystems nach der Erfindung dargestellt. Eine Brennstoffzelleneinheit 1 weist eine Anodenseite, die pauschal als Anode 2 bezeichnet ist und eine Kathodenseite, die pauschal als Kathode 3 bezeichnet ist, auf. Dabei besteht die Brennstoffzelleneinheit 1 aus einer Mehrzahl von Einzelzellen, die in Stapelbauweise angeordnet sind, wobei die einzelnen Medienräume üblicher-

weise parallel mit Medien versorgt werden.

[0014] Die Anode 2 wird mit einem Brennstoff H_2 versorgt. Dabei kann als Brennstoff, hier pauschal als H_2 bezeichnet, reiner Wasserstoff oder ein wasserstoffreiches Reformat verwendet werden. Der Brennstoff H_2 gelangt über eine anodenseitige Medienleitung 4 zur Anode 2. Über eine anodenseitige Abgasleitung 5 gelangt Anodenabgas aus der Anode 2. Die Kathode 3 wird mit einem Oxidationsmittel, hier pauschal als O_2 bezeichnet, versorgt, wobei das Oxidationsmittel O_2 z. B. Luft oder Sauerstoff sein kann. Das Oxidationsmittel O_2 gelangt über die kathodenseitige Medienleitung 6 zur Kathode 3. Das Kathodenabgas wird über eine kathodenseitige Abgasleitung 7 aus der Kathode 3 abgeführt. Die beiden Abgasstränge 5, 7 können in einen einzigen Abgasstrang 8 vereinigt werden oder getrennt weitergeführt werden.

[0015] Von der anodenseitigen Abgasleitung 5 führt eine Rückführleitung 9 Anodenabgas zumindest teilweise zurück zur anodenseitigen Medienleitung 4. Ebenso führt von der kathodenseitigen Abgasleitung 7 eine Rückführleitung 10 Kathodenabgas zumindest teilweise zur kathodenseitigen Medienleitung 6 zurück. Dabei sind Mittel zur Rückführung in Form von einem Gebläse 11 in der anodenseitigen Rückführleitung 9 und einem Gebläse 12 in der kathodenseitigen Rückführleitung 10 vorgesehen. Weiterhin sind die Gebläse 11, 12 mit Antriebsmitteln M versehen. Bevorzugt werden beide von einem gemeinsamen Antriebsmotor versorgt.

[0016] Beide Gebläse 11, 12 sind auf einer gemeinsamen Welle 13 mit dem Antriebsmotor angeordnet. Besonders bevorzugt ist auf der gemeinsamen Welle 13 der Antriebsmotor, das Kathodengebläse 12 und das Anodengebläse 11 aufeinander folgend angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß das Kathodengebläse 12 dem Antriebsmotor und das Anodengebläse 11 voneinander trennt. Damit kann verhindert werden, daß Wasserstoff an empfindliche Komponenten des Antriebsmittels M gelangt. Das Kathodengebläse 12 dient damit als eine Art Dichtung und schützt gleichzeitig die empfindlichen Magnetmaterialien des Antriebsmotors vor einer Materialversprödung, die durch eine Kontamination mit Wasserstoff auftreten kann. So ist bekannt, daß Magnetwerkstoffe, wie sie bei elektrischen Maschinen eingesetzt werden, sehr stark unter Wasserstoffeinwirkung verspröden, weshalb eine Rezirkulation von Anodenabgas besonders problematisch ist. Besonders zweckmäßig ist, den Druck des Oxidationsmittels O_2 auf der Kathodenseite gegenüber dem Druck des Betriebsmittels H_2 auf der Anodenseite der Brennstoffzelleneinheit 1 zu erhöhen.

[0017] Dabei kann die rückgeführte Abgasmenge so eingestellt werden, daß der Druckverlust über die Brennstoffzelleneinheit 1, bzw. über deren kathodenseitigen und anodenseitigen Gasräume, im wesentlichen unabhängig von der Last ist, welche von Verbrauchern, die vom Brennstoffzellensystem versorgt werden, angefordert wird.

[0018] Die Rezirkulation des Brennstoffzellenabgases hat den besonderen Vorteil den Durchfluß der Medien durch die Brennstoffzelleneinheit 1 und damit den Druckverlust über dem jeweiligen kathodenseitigen bzw. anodenseitigen Gasraum der Brennstoffzelleneinheit 1 zu erhöhen. Dies verbessert, vor allem im Leerlauf und bei Teillast, die Medien gleichverteilung in der Brennstoffzelleneinheit 1. Bei schlechter Gleichverteilung könnten gerade im Leerlaufbetrieb und Teillastbetrieb enge Medienkanäle in der Brennstoffzelleneinheit durch Wassertröpfchen versperrt werden. Auch kann der negative Einfluss von zu hohen Fertigungstoleranzen sowie von lokalen Temperaturunterschieden verringert werden.

[0019] Ein weiterer Vorteil ist, daß gleichzeitig die Feuchte aus dem Abgas der Brennstoffzelleneinheit 1 wie-

der zugeführt wird und damit die Wasserbilanz des Systems verbessert wird. Die Brennstoffzellenabgase sind mit Feuchte gesättigt, wenn sie die Brennstoffzelleneinheit 1 verlassen, d. h. der Taupunkt des Abgases entspricht der Abgastemperatur.

[0020] Besonders vorteilhaft kann die Drehzahl des Antriebsmotors abhängig von der Feuchte des zugeführten Oxidationsmittels O_2 und/oder des zugeführten Brennstoffs H_2 verändert werden.

[0021] Weiterhin kann in einer der oder beiden Rückführleitungen 9, 10 auf der Kathodenseite und/oder der Anodenseite ein Wasserabscheider 14, 15 angeordnet sein, wie in der Figur durch gestrichelte Symbole dargestellt ist. Es ist auch möglich, die Gebläse 11, 12 als Abscheider, bevorzugt Zentrifugalabscheider, auszubilden.

[0022] Ein besonders vorteilhaftes Verfahren zum Betreiben des Brennstoffzellensystems besteht darin, bei Leerlauf oder geringer Leistungsanforderung an die Brennstoffzelleneinheit 1 eine größere Menge an Betriebsmittel H_2 und Oxidationsmittel O_2 durch die Brennstoffzelleneinheit 1 zu leiten als für die Leistungsanforderung notwendig ist. Bei Leerlauf bzw. Teillast ist der benötigte Massenstrom insgesamt relativ niedrig. Dies bedeutet, daß die Gebläse 11, 12 gemäß der Erfindung eine große Menge an Abgas rezirkulieren und der Brennstoffzelleneinheit 1 jeweils kathodenseitig bzw. anodenseitig wieder zuführen können. Gleichzeitig kann auch eine große Menge an Feuchte wieder zugeführt werden. Im Extremfall kann sogar auf eine zusätzliche Befeuchtung der Medien, die der Brennstoffzelleneinheit 1 zugeführt werden, verzichtet werden.

[0023] Dagegen wird bei Vollast weniger Anoden- und/oder Kathodenabgas zurückgeführt als bei Leerlauf und/oder Teillast des Systems. Bei Vollast ist bei gleicher elektrischer Leistung und gleicher Drehzahl des Antriebsmotors die Fördermenge wegen des gestiegenen Drucks und des gestiegenen Druckverlustes im System geringer als bei Teillast, so daß die Charakteristik des Gebläses sich vorteilhaft zu den gemäß der Erfindung bei Vollast geringen und bei Teillast hohen zu rezirkulierenden Medienmengen verhält. Günstigerweise kann dazu auch die Drehzahl des Antriebsmotors abhängig von der Last der Brennstoffzelleneinheit 1 verändert werden.

[0024] Es ist vorteilhaft, die kathodenseitig und anodenseitig rückgeführten Abgasmengen jeweils so einzustellen, daß bei Vollast eine Strömung von Oxidationsmittel O_2 und Brennstoff H_2 durch die Gebläse 11, 12 erhalten bleibt und sich kein Nebenweg über die Rückführleitungen 9, 10 einstellt. Eine unerwünschte Umgehung der Brennstoffzelleneinheit 1 wird damit vermieden. Alternativ könnte auch ein Rückschlagventil eingesetzt werden, welches verhindert, daß der Brennstoff H_2 oder das Oxidationsmittel O_2 die Brennstoffzelleneinheit 1 über die Rückführleitungen 9, 10 umgehen.

[0025] Ein besonderer Vorteil der Erfindung ergibt sich, wenn als Antriebsmotor zum Antrieb der Gebläse 11, 12 ein Gleichstrommotor eingesetzt wird. Die Strom-Spannungsscharakteristik einer Brennstoffzelle zeigt bei sehr kleinen Strömen, d. h. bei Teillast oder im Leerlauf, eine hohe Spannung. Dies ist in Fig. 2 dargestellt. Die Spannung sinkt zuerst stark mit steigendem Strom und ändert sich dann über einen weiten Bereich mit steigendem Strom nur wenig. Erst bei sehr hohen Strömen fällt die Spannung weiter ab. Ist die Brennstoffzelleneinheit 1 im Leerlauf bei einer Stromstärke nahe 0 A, so stellt sich zuerst eine sehr hohe Spannungsspitze U_1 ein. Wird beim Start des Systems bzw. im Leerlauf zuerst der Antriebsmotor der Gebläse 11, 12 zugeschaltet, so sinkt wegen dieser relativ geringen elektrischen Last die Spannung von U_1 auf U_2 . Werden nun weitere elektrische

Verbraucher oder auch elektrische Betriebskomponenten des Brennstoffzellensystems, z. B. Leistungsschalter, zugeschaltet, so sind diese vor der anfänglichen Spannungsspitze geschützt. Die elektrischen Komponenten müssen nicht mehr gegen die hohe anfängliche Überspannung geschützt werden und können dadurch billiger werden.

[0026] Beim Einschalten des Brennstoffzellensystems wird die Brennstoffzelleneinheit 1 eingeschaltet, indem sie mit Brennstoff H_2 und Oxidationsmittel O_2 versorgt wird. Die (hohe) Ruhespannung nach Fig. 2 stellt sich ein. Dann werden die Gebläse 11, 12 als erste elektrische Verbraucher von der Brennstoffzelleneinheit 1 elektrisch versorgt und darauf die Brennstoffzelleneinheit 1 an das restliche Brennstoffzellensystem und weitere elektrische Verbraucher zugeschaltet. Hier kann als Antriebsmotor M für die Gebläse 11, 12 ein einfacher, unregelter Gleichstrommotor eingesetzt werden.

[0027] Wird ein drehzahl geregelter Elektromotor eingesetzt, kann über die Drehzahl des Motors der Volumenstrom von Brennstoff H_2 und Oxidationsmittel O_2 sowie auch die Feuchte der der Brennstoffzelleneinheit 1 zugeführten Medien beeinflusst werden. Dabei kann anfänglich ein Kennfeld mit den entsprechenden Betriebsparametern der Brennstoffzelleneinheit 1 in Abhängigkeit von der Last erzeugt und im Betrieb auf gespeicherte Kennfelddaten zurückgegriffen werden und die Rückführung entsprechend eingestellt werden. Es ist auch möglich, im Betrieb über eine Drehzahlregelung oder Drehzahlsteuerung günstige Arbeitspunkte anzufahren, um etwa bestimmte Taupunkte der zugeführten Medien oder bestimmte Druckverluste über der Brennstoffzelleneinheit einzustellen. Dabei können die Gasflüsse und die Leistungsaufnahme des Elektromotors variabel sein.

[0028] Gibt die Brennstoffzelleneinheit 1 eine höhere elektrische Leistung ab, sinkt die Brennstoffzellenspannung. Gleichzeitig erniedrigt sich die Förderleistung der Gebläse 11, 12 und die Rezirkulation wird geringer, so daß bei höherer Brennstoffzellenleistung eine deutlich geringere Rückführung des Brennstoffzellenabgases erfolgt, da zum einen die Spannung der Brennstoffzelle sinkt und zum anderen der Druckverlust über die Brennstoffzelle für beide Gase zunimmt.

[0029] Eine vorteilhafte Systemauslegung kann primär auf eine hohe Rezirkulation bei Teillast und Leerlauf ausgerichtet sein. Zusätzlich kann vorgesehen sein, bei Vollast noch eine Rezirkulation aufrechtzuerhalten, um die bereits genannte Umgehung der Brennstoffzelleneinheit 1 durch "frische" Betriebsmedien zu vermeiden. Außerdem wird eine Überhitzung des Gebläses 11, 12 vermieden. Bei Teillast sollte eine hohe Menge, bei Vollast eine geringe Menge Kathoden- und Anodenabgas rezirkuliert werden.

[0030] Wird etwa bei Vollast eine Menge von 300 kg/h Luft mit einem Kathoden-Lambda-Wert von etwa 1,5 und $P \approx 2,8$ bara und einer relativen Feuchte von ca. 39% der Kathode 3 zugeführt, fördert das kathodenseitige Gebläse 12 zusätzlich etwa 10 kg/h mit Feuchte gesättigtes Kathodenabgas mit ca. 2,5 bara in die Kathode 3. Dies ergibt ein Rezirkulationsverhältnis von $10/300 = 0,03$. Die relative Feuchte des der Kathode 3 zugeführten Oxidationsmittels O_2 steigt auf ca. 44%. Wird die Luftseite der Brennstoffzelleneinheit 1 mit einem Kompressor versorgt, in dem Luft zusätzlich befeuchtet wird, können auch höhere Taupunkte und relative Feuchte-Werte erzielt werden.

[0031] Bei Teillast fördert das Gebläse 12 mehr Luft, z. B. 80 kg/h, während nur eine geringe Menge Oxidationsmittel O_2 frisch zugeführt wird. Das Rezirkulationsverhältnis liegt hier etwa bei 4 bis 5 und ist damit viel höher als bei Vollast. Das Rezirkulationsverhältnis ist bei Leerlauf bzw. Teillast um mindestens einen Faktor 10, bevorzugt um mindestens

einen Faktor 100 größer als bei Vollast. Dabei beträgt die Gebläseleistung z. B. im Vollastbereich nur etwa 1% der elektrischen Leistung des Brennstoffzellensystems bei Vollast. Dagegen genügt etwa 1/3 der Gebläseleistung bei Vollast, um das oder die Gebläse 11, 12 bei Leerlauf oder Teillast anzutreiben. Bei einem Brennstoffzellensystem von beispielsweise etwa 70 kW elektrischer Leistung, welches z. B. für Fahrantriebe geeignet ist, wäre bei Vollast eine Gebläseleistung von weniger als 700 Watt, bei Teillast von weniger als rund 200 Watt ausreichend.

[0032] Die Erfindung ermöglicht weiterhin ein Absenken der Brennstoffstöchiometrie und/oder auch der Oxidationsmittelstöchiometrie über einen großen Lastbereich und damit einen geringeren Medienverbrauch beim Betrieb der Brennstoffzelle. Unter Brennstoffstöchiometrie bzw. Oxidationsmittelstöchiometrie wird das Verhältnis zwischen der Menge des zugeführten Mediums und der Menge des aktuell für die Reaktion benötigten Mediums auf der Anoden- bzw. Kathodenseite der Brennstoffzelle verstanden. Dadurch steigt der Systemwirkungsgrad bei Teillast stark an. Beim Starten oder Abschalten des Systems ist ein Wasserausstrag aus der Brennstoffzelleneinheit 1 möglich, ohne Brennstoff H_2 oder auch Oxidationsmittel O_2 zu verbrauchen. Dies ist besonders bei einer Konditionierung der Brennstoffzelleneinheit 1 vorteilhaft.

[0033] Alle im Brennstoff H_2 vorhandenen Bestandteile wie Wasserstoff, Wasser, CO_2 etc. werden gleichmäßiger in den Zellen verteilt. Damit wird eine geringere chemisch-thermische Maximalbelastung der Brennstoffzelleneinheit 1 erreicht. Ebenso sinkt deren Maximalbelastung durch elektrische Stromdichte und Abwärmestromdichte.

[0034] Auf der Luftseite ist ein höherer Wassereintrag möglich, wenn zusätzlich das zugeführte Oxidationsmittel O_2 befeuchtet wird. Im Einlaßbereich der Brennstoffzelleneinheit 1 werden Austrocknungseffekte vermieden.

[0035] Es ist möglich, die Luftstöchiometrie auf der Kathodenseite der Brennstoffzelleneinheit 1 bei Teillast zu erniedrigen.

[0036] Wird das Brennstoffzellensystem unter Leistungsabgabe abgeschaltet, kann durch das Rezirkulieren zumindest zu Beginn befeuchtet werden.

[0037] Beim Aufschalten der Brennstoffzelleneinheit 1 auf das System werden elektrische Systemkomponenten geschont, da die hohe Leerlaufspannung der Brennstoffzelleneinheit 1 abgeschnitten bzw. reduziert wird.

[0038] Eine Zellkonditionierung hinsichtlich der Feuchte beim Starten oder Abschalten des Systems wird vereinfacht.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzelleneinheit (1), mit einer anodenseitigen Medienzuführung (4) zur Zufuhr eines Brennstoffs (H_2) zur Brennstoffzelleneinheit (1) und einer anodenseitigen Abfuhrleitung (5) zur Abfuhr von Anodenabgas aus der Brennstoffzelleneinheit (1), einer kathodenseitigen Medienzuführung (6) zur Zufuhr eines Oxidationsmittels (O_2) zur Brennstoffzelleneinheit (1) und einer kathodenseitigen Abfuhrleitung (7) zur Abfuhr von Kathodenabgas aus der Brennstoffzelleneinheit (1), dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Gebläse (11, 12) in einer Rückfuhrleitung (9, 10) auf der Kathodenseite und der Anodenseite sowie Antriebsmittel (M) für die Gebläse (11, 12) vorgesehen sind, wobei die Antriebsmittel (M) einen Antriebsmotor umfassen und die beiden Gebläse auf einer gemeinsamen Welle (13) mit dem Antriebsmotor angeordnet sind.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor ein Gleichstrommotor ist.

3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der gemeinsamen Welle (13) der Antriebsmotor, das Kathodengebläse (12) und das Anodengebläse (11) aufeinander folgend angeordnet sind.

4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Rückfuhrleitung (9, 10) auf der Kathodenseite und/oder der Anodenseite ein Wasserabscheider (14, 15) angeordnet ist.

5. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gebläse (11, 12) als Wasserabscheider ausgebildet ist.

6. Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Leerlauf oder geringer Leistungsanforderung an die Brennstoffzelleneinheit sowohl Kathodenabgas als auch Anodenabgas zurückgeführt wird, wobei eine größere Menge an Betriebsmittel (H_2) und Oxidationsmittel (O_2) durch die Brennstoffzelleneinheit (1) geleitet wird als für die Leistungsanforderung notwendig ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als erster elektrischer Verbraucher beim Start des Systems der Antriebsmotor der Gebläse (11, 12) an die Brennstoffzelleneinheit (1) elektrisch angeschlossen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck des Oxidationsmittels (O_2) auf der Kathodenseite höher ist als der Druck des Betriebsmittels (H_2) auf der Anodenseite.

9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Leerlauf und/oder Teillast des Systems mehr Anoden- und/oder Kathodenabgas zurückgeführt wird als bei Vollast.

10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die rückgeführte Abgasmenge so eingestellt wird, daß der Druckverlust über die Brennstoffzelleneinheit (1) im wesentlichen unabhängig von der Last ist.

11. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die rückgeführte Abgasmenge so eingestellt wird, daß bei Vollast eine Strömung von Oxidationsmittel (O_2) und Brennstoff (H_2) durch die Gebläse (11, 12) ohne Umgehung der Brennstoffzelleneinheit (1) erhalten bleibt.

12. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die rückgeführte Abgasmenge abhängig von der Feuchte des zugeführten Oxidationsmittels (O_2) und/oder Brennstoffs (H_2) eingestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Antriebsmotors abhängig von der Feuchte des zugeführten Oxidationsmittels (O_2) und/oder Brennstoffs (H_2) und/oder abhängig von der Last der Brennstoffzelleneinheit (1) verändert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

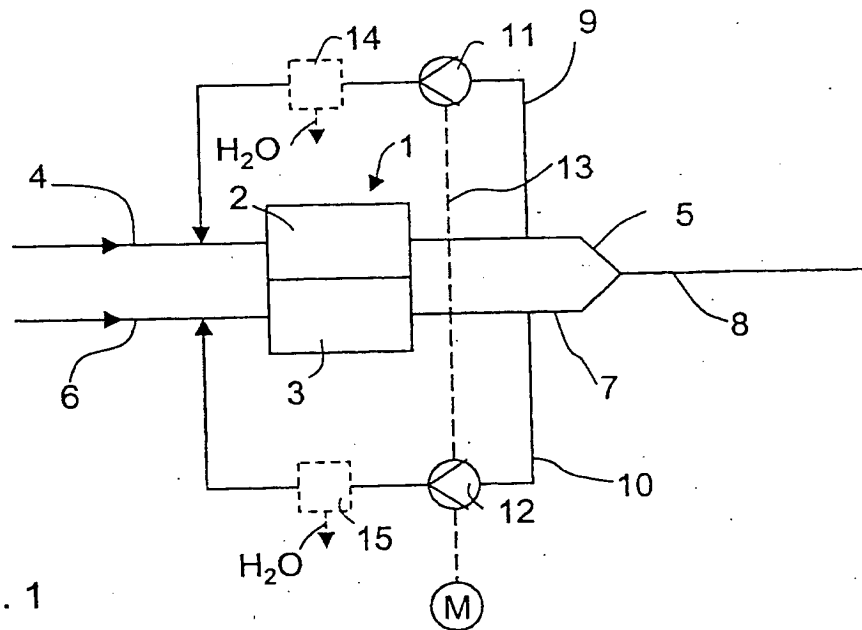


Fig. 1

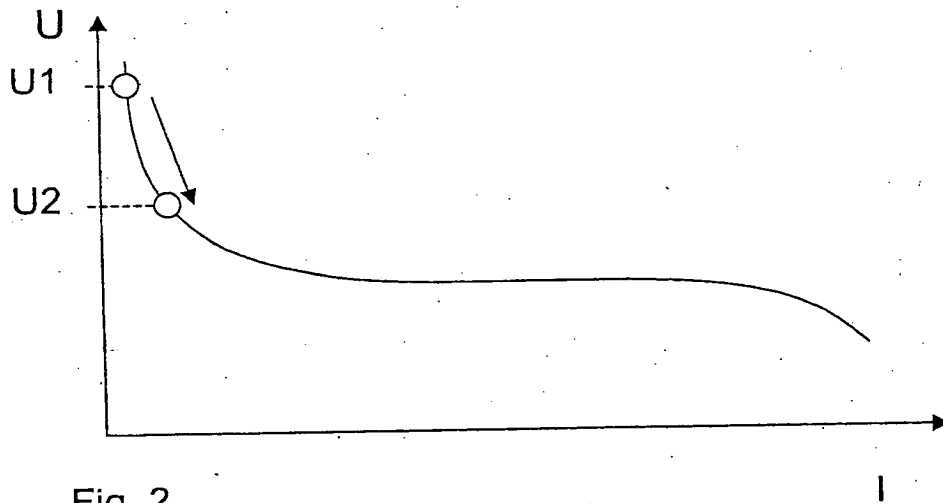


Fig. 2